

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-177181

(P2001-177181A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001. 6. 29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 1 S 5/0683		H 0 1 S 5/0683	2 H 0 4 7
G 0 2 B 6/122		G 0 2 B 6/12	B 5 F 0 7 3

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-355241

(22) 出願日 平成11年12月15日 (1999. 12. 15)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 浅子 勝弘

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100083987

弁理士 山内 梅雄

Fターム(参考) 2H047 KA03 MA05 MA07 QA02 TA23

TA36

5F073 AB25 AB28 BA02 EA15 FA04

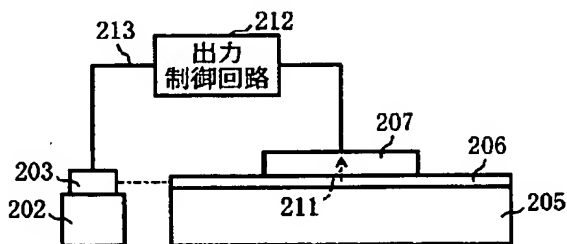
GA12

(54) 【発明の名称】 光送信回路

(57) 【要約】

【課題】 フォワード光を用いてレーザ光のモニタを行い、しかもモニタのためにレーザ光のパワーが減少することのない光送信回路を得ること。

【解決手段】 光導波路206から漏れ出した光信号211は受光素子207で受光される。受光素子207はフォワード光を光電変換して、出力制御回路212に入力する。出力制御回路212は入力された信号レベルが一定レベルに保たれるように駆動制御信号213を半導体レーザ203に送出し、半導体レーザ203の出力レベルを制御する。一般に半導体レーザ203の出力するパワーと漏れ出した光信号211の大きさは依存関係にある。そこで、受光素子207の出力を出力制御回路212で制御することによって、光軸の微妙な変化を生じさせたような場合にも、精度の高い出力制御が行えるようになる。



## 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 半導体レーザと、

この半導体レーザから出力されるレーザ光を入射する光導波路と、

この光導波路の漏れ光を受光する位置に配置された受光素子と、

この受光素子の出力が一定となるように前記半導体レーザの出力を制御する半導体レーザ出力制御回路とを具備することを特徴とする光送信回路。

## 【請求項2】 キャリアと、

このキャリア上に実装された半導体レーザと、

この半導体レーザから出力されるフォワード光としてのレーザ光を入射する光導波路と、

この光導波路の少なくとも上部を覆い光導波路の漏れ光を受光する受光素子と、

この受光素子の出力が一定となるように前記半導体レーザの出力を制御する半導体レーザ出力制御回路とを具備することを特徴とする光送信回路。

## 【請求項3】 キャリアと、

このキャリア上に実装された半導体レーザと、

この半導体レーザから出力されるフォワード光としてのレーザ光を入射する光導波路と、

この光導波路の少なくとも側部を覆い光導波路の漏れ光を受光する受光素子と、

この受光素子の出力が一定となるように前記半導体レーザの出力を制御する半導体レーザ出力制御回路とを具備することを特徴とする光送信回路。

【請求項4】 前記半導体レーザからフォワード光と逆の方向に出力されるバック光を遮蔽する遮蔽部材を具備することを特徴とする請求項1～請求項3記載の光送信回路。

【請求項5】 前記受光素子は光導波路の半導体レーザの入射側に偏って配置されることを特徴とする請求項1～請求項3記載の光送信回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光送信部に光導波路を使用した光送信回路に係わり、特に送信時の光パワーをモニタするようにした光送信回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザダイオードを使用した光送信回路の多くは、温度変化や電圧変動が生じて光パワーの出力を一定に保つためにモニタ回路を備えている。モニタ回路の出力は光パワーの出力を制御する制御回路に入力される。そして出力が低下するようときには出力を増加させ、反対に出力が増大するようときにはこれを減少させるような制御が行われている。

【0003】図7は、従来のこのような光送信回路の一例を示したものである。同図(a)はこの光送信回路101を正面から見たものであり、同図(b)は上から、

## 2

また同図(c)は右側から見たものである。この図で光送信回路101は、キャリア102上に実装されたレーザダイオード(LD)103と、レーザダイオード103から出力される光線を入射する光導波路(Planar Lightwave Circuit)104と、レーザダイオード103の背後に配置されたキャリア105上に実装されたモニタ・フォトダイオード(PD)106とから構成されている。光導波路104は、Si(シリコン)等の基板107上に形成されている。

10 【0004】この光送信回路101では、レーザダイオード103の前方から出力される光線が光導波路104に入射して光学的に結合される。レーザダイオード103の後方に配置されたモニタフォトダイオード106は後方に出力される光線を受光してその強さに応じたホト電流(モニタ電流)を出力する。このホト電流が図示しないAPC(自動パワー制御回路)に入力されて、これが一定となるような制御が行われる。これにより、レーザダイオード103の前方から出力される光パワーが一定に保たれることになる。

20 【0005】この図7に示した光送信回路101では、モニタフォトダイオード106にレーザダイオード103のバック光(背面光)を入力することで、レーザダイオード103の出力する光パワーの測定を行っている。したがって、レーザダイオード103とモニタフォトダイオード106の間の光軸を調整する必要があった。更にこのような調整が行われた後であっても、温度変化による光軸の微妙な変動を原因としてモニタフォトダイオード106がレーザダイオード103の光パワーを正確に測定できない場合があった。これにより、光パワーを高精度に制御することができないという問題があった。

30 【0006】更に、図7に示した従来の光送信回路101では、光導波路104、レーザダイオード103およびモニタフォトダイオード106の3つの独立した部品を空間的に配置するので、部品点数が多く、回路の組み立ての工数がかかるという問題があった。

40 【0007】図8は、部品点数を減少させるようにした光送信回路を表わしたものである。特開平11-17281号公報に従来技術として開示されているこの光送信回路120では、Si基板121上にガラス導波路122を形成し、その2つに分岐した一方の端部に半導体レーザ123を配置し、この背後にモニタ用の光検出器124を配置している。ガラス導波路122の分岐した他方の端部には導波路型受光素子125を配置している。この提案の光送信回路120では、同一の基板121上に半導体レーザ123とモニタ用の光検出器124を配置しているので、部品点数を減少させることができる。しかしながら、各部品を基板121上に実装するので、それらの部品の位置決め作業に多くの時間と熟練した労力を必要とする。しかも、そのような努力を払ったとしても位置ずれの発生頻度が高く、製品の歩留まりが悪い

漏れ光を使用しているためモニタのために出力されるレーザ光のパワーが減少することはない。しかも、受光素子が光導波路の少なくとも上部を覆う位置に配置されているので、この部分から漏れ光が外に漏れ出すことがない。

【0019】請求項3記載の発明では、(イ)キャリアと、(ロ)このキャリア上に実装された半導体レーザと、(ハ)この半導体レーザから出力されるフォワード光としてのレーザ光を入射する光導波路と、(ニ)この光導波路の少なくとも側部を覆い光導波路の漏れ光を受光する受光素子と、(ホ)この受光素子の出力が一定となるように半導体レーザの出力を制御する半導体レーザ出力制御回路とを光送信回路に具備させる。

【0020】すなわち請求項3記載の発明では、光導波路の漏れ光を受光する位置として光導波路の少なくとも側部を覆う位置に受光素子を配置してフォワード光の一部を検出することにし、この受光素子の出力が一定となるように半導体レーザの出力を制御するようにしている。これにより、バック光の検出が不要になる。また、漏れ光を使用しているためモニタのために出力されるレーザ光のパワーが減少することはない。しかも、受光素子が光導波路の少なくとも側部を覆う位置に配置されているので、この部分から漏れ光が外に漏れ出すことがない。

【0021】請求項4記載の発明では、請求項1～請求項3記載の光送信回路で半導体レーザからフォワード光と逆の方向に出力されるバック光を遮蔽する遮蔽部材を具備することを特徴としている。

【0022】これにより、バック光が遮蔽されるので、バック光が迷光となって不都合を生じさせることがない。

【0023】請求項5記載の発明では、請求項1～請求項3記載の光送信回路で受光素子は光導波路の半導体レーザの入射側に偏って配置されることを特徴としている。

【0024】受光素子は光導波路をすべて覆う形状でもよいが、半導体レーザの入射側に偏って配置されれば少ない面積の受光素子で漏れ光を効率よく受光することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】

【0026】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0027】図1は本発明の一実施例における光送信回路を表わしたものである。同図(a)はこの光送信回路201を正面から見たものであり、同図(b)は上から、また同図(c)は右側から見たものである。この図で光送信回路201は、キャリア202上に実装された半導体レーザ(LD)203と、Si(シリコン)等の基板205上に形成された光導波路(Planar Lightwave

Circuit)206および光導波路206の一部を覆うようにその上に配置された受光素子(PD)207から構成されている。受光素子207は、光導波路206から漏れ出る光信号を受光するようになっている。

【0028】図2はこの光送信回路の概要を表わしたものである。光導波路206から漏れ出した光信号211は受光素子207で受光される。受光素子207はこのフォワード光を光電変換して、出力制御回路212に入力する。出力制御回路212は入力された信号レベルが一定レベルに保たれるように駆動制御信号213を半導体レーザ203に対して送出し、これによって半導体レーザ203の出力レベルを制御することになる。一般に半導体レーザ203の出力するパワーと漏れ出す光信号211の大きさは依存関係にある。そこで、受光素子207の出力を出力制御回路212で制御することによって、温度変化によって、たとえば光軸の微妙な変化を生じさせたような場合にも、精度の高い出力制御が行えるようになる。

【0029】図3は、本発明の理解を助けるために光ファイバに入射する光とその挙動を表わしたものである。光ファイバ231は、その中心軸近傍にコア232が配置されており、その周囲をドーナツ状にクラッド233が覆った構成となっている。その更に外周部分はシリコン等の被覆層234となっている。コア232の屈折率は、その外側に位置するクラッド233の屈折率よりもわずかに大きくなっている。

【0030】このため、たとえば光軸上に位置する光源236から光ファイバ231の中心軸に近い箇所に入射する光線235を考えると、この光線235はコア232に入射した後、コア232とクラッド233の境界部分で反射する。光線235はこの後もコア232とクラッド233の境界部分で反射を繰り返し、コア232の中を全反射しながら伝送されることになる。

【0031】これに対して、光ファイバ231に更に大きな入射角(入射法線と光線のなす角)で入射した光線238は、コア232とクラッド233の境界に臨界角よりも小さな角度で入射し、クラッド233へ透過する。更に大きな入射角で光ファイバ231に入射した光線237は、クラッド233から被覆層234を経て外部に漏れ出すことになる。光ファイバ231が長尺の場合には、図示しない出力端まで伝播できるのはコア232内を進んだ光線235である。クラッド233内を伝播した光線の一部はコア232に戻るものもある。しかしながら、クラッド233内を伝播した光線のほとんどは長い距離を進む間に減衰してしまう。

【0032】図4は、基板上に形成された光導波路に入射する光とその挙動を表わしたものである。光導波路206の場合にもその屈折率が空気の屈折率よりも大きい。したがって、光源241からある角度よりも小さい角度で光導波路206に入射した光線242は、臨界角

という問題があった。

【0008】図9は、このような位置決め作業に対する労力を軽減しつつ部品点数の削減を図るものとして特開平11-17281号公報で提案された光送信回路の概要を表わしたものである。この提案では、プレーナ型光波回路131とは別に光集積素子132を用意し、この光集積素子132の一端部には半導体レーザ133と受信用導波路型受光素子134を実装すると共に、半導体レーザ133の背後にはモニタ用の光検出器135を配置している。そして、プレーナ型光波回路131の送信用の導波路137を半導体レーザ133の出力側と対向させると共に、受信用の導波路138を受信用導波路型受光素子134の入力側と対向させている。

【0009】この図9に示した提案では基本的に2つの部品で光送信回路あるいは光送受信回路を構成することができる。またプレーナ型光波回路131と光集積素子132が一体化されていないので、これらの間の位置関係を調整することができる。しかしながら、半導体レーザ133とモニタ用の光検出器135は光集積素子132に実装され、これらの位置関係が固定されている。したがって、送信用の導波路137と半導体レーザ133の位置関係を調整することができるものの、この位置関係を調整した時点で半導体レーザ133とモニタ用の光検出器135の位置関係を調整することはできない。すなわち、図8に示した技術と比較しても、製品としての歩留まりの悪さや光集積素子132上における各部品の位置決め困難さという問題は依然として解消されていない。そこで、モニタ用の受光素子を半導体レーザ素子と同一チップ内に形成することが提案されている。

【0010】図10は、モニタ用の光線を半導体レーザ素子と同一チップ内に形成するようにした従来の提案を表わしたものである。特開昭61-19187号公報で提案されたこの技術では、n型InP基板151上にn型InPバッファ層152、n型InGaAsP導波路層153、n型InP分離層154、n型InGaAsP活性層155、P型InPクラッド層156およびP型InGaAsPコンタクト層157を順次エピタキシャル成長させる。そして、通常のフォトリソ工程で幅3 $\mu$ m程度の溝159を20 $\mu$ mのピッチでn型InP分離層154までエッチングしてレーザ部161を形成すると共に受光部162を形成するようにしている。基板151の裏面には所定の合金163を蒸着している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】この提案の素子では、レーザ部161に順方向に電流を流すと、それぞれの溝159に挟まれた単共振器レーザ164に等分に電流が流れ、それぞれの部分で単一縦モードのレーザ発振が生じる。発振したレーザ光はn型InP分離層154を介してn型InGaAsP導波路層153に導かれ、他の部分で発振したレーザ光と結合してn型InGaAsP

導波路層153を導波する。n型InGaAsP導波路層153を導波されたレーザ光は受光部162で吸収されて光電流となって図示しない外部回路に流れる。

【0012】この図10に示した提案では、1枚の基板に一体的に光送信回路を形成するので、製品ごとに基板の設計を行う必要があり、設計の手間が掛かるという問題があった。また従来の他の技術とも共通するがレーザ部161のバック光を使用しており、実際に使用するフォワード光を使用してモニタしているのではない。したがって、バック光だけ観察してもフォワード光の実際の変動を正確に把握することができないという問題があった。

【0013】もちろん、フォワード光を使用してモニタすることは従来から考えられたことであるが、フォワード光を何等かの分岐手段で分岐してモニタに使用するとその分だけレーザ光のパワーが減少するという問題があった。

【0014】そこで本発明の目的は、フォワード光を用いてレーザ光のモニタを行い、しかもモニタのためにレーザ光のパワーが減少することのない光送信回路を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ)半導体レーザと、(ロ)この半導体レーザから出力されるレーザ光を入射する光導波路と、(ハ)この光導波路の漏れ光を受光する位置に配置された受光素子と、(ニ)この受光素子の出力が一定となるように半導体レーザの出力を制御する半導体レーザ出力制御回路とを光送信回路に具備させる。

【0016】すなわち請求項1記載の発明では、光導波路の漏れ光を受光する位置に受光素子を配置してフォワード光の一部を検出することにし、この受光素子の出力が一定となるように半導体レーザの出力を制御するようにしている。これにより、バック光の検出が不要になる。また、漏れ光を使用しているのでモニタのために出力されるレーザ光のパワーが減少することはない。

【0017】請求項2記載の発明では、(イ)キャリアと、(ロ)このキャリア上に実装された半導体レーザと、(ハ)この半導体レーザから出力されるフォワード光としてのレーザ光を入射する光導波路と、(ニ)この光導波路の少なくとも上部を覆い光導波路の漏れ光を受光する受光素子と、(ホ)この受光素子の出力が一定となるように半導体レーザの出力を制御する半導体レーザ出力制御回路とを光送信回路に具備させる。

【0018】すなわち請求項2記載の発明では、光導波路の漏れ光を受光する位置として光導波路の少なくとも上部を覆う位置に受光素子を配置してフォワード光の一部を検出することにし、この受光素子の出力が一定となるように半導体レーザの出力を制御するようにしている。これにより、バック光の検出が不要になる。また、

よりも大きな角度で光導波路206と空気の境界部分に到達する。そしてこの部分で全反射されて軸心方向に戻される。このようにして、光線242は光導波路206内を全反射しながら進行することになる。これに対して光導波路206に対する入射角がある角度よりも大きくなると、その光線243は光導波路206内に一度入射したとしても、光導波路206と空気の境界部分で入射角が臨界角よりも小さくなり、境界部分から空气中に漏れ出してしまふ。そこで、光導波路206の上側に受光素子207を配置してこれらの空气中に漏れ出した光線243を受光するようにすれば、フォワード光で光出力

【0033】なお、図4では光導波路206に対する上下方向の漏れ光について考察したが、左右方向の漏れ光も存在し、これらを受光素子に同様にして導けば、フォワード光のモニタが同様に可能になる。

【0034】図5は、基板の上側に漏れ出す光線を使用した本実施例の光送信回路の要部を表わしたものである。キャリア202上に実装された半導体レーザ203から出射されるレーザ光としてのフォワード光251は、光導波路206に入射するが、そのうちの一部が受光素子207で受光される。半導体レーザ203の後側には、遮蔽体252が取り付けられている。バック光はこの遮蔽体252で遮蔽され、外部に出ることはない。このため、バック光が迷光となって半導体レーザモジュール内をさまよって何等かの不都合を与える恐れがない。

【0035】次に本実施例の光送信回路の組み立てについて説明する。まず図1に示したキャリア202上に半導体レーザ203を実装する。このときにはこれらの間の位置関係の設定は不要である。半導体レーザ203と光導波路206の位置合わせについては、半導体レーザ203の出力光を光導波路206に通してみ、光導波路206を通過した後の光パワーをモニタしながら両者の位置を調整することにより行う。

【0036】以上のような位置合わせを行う代わりに、キャリア202を予め定めたマークの位置に合わせるようにして半導体レーザ203と光導波路206の位置合わせを行うようにしてもよい。この後者の場合には半導体レーザ203による光導波路206の出力光を特にモニタする必要がない。

【0037】光導波路206に受光素子207を実装するには、基板205に何等かのマークを付けておき、そのマークを目印に受光素子207を実装する（乗せる）ようにすればよい。図1(c)に示したように光導波路206に受光素子207を実装する際に受光素子207の受光面が傾いてしまう可能性がある場合には、光導波路206と同一の高さのスペーサを用意しておき、これを挟んだ状態で光導波路206上に受光素子207を実装すればよい。もちろん、基板205の表面にスペーサ

と同様な高さの突起部を予め形成しておくことも有効である。

#### 【0038】変形例

【0039】図6は本発明の変形例としての光送信回路の要部を表わしたものである。この変形例で図1と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。この変形例の光送信回路201Aでは、受光素子部301が断面コ字状となっており、Si（シリコン）等の基板205における光導波路206の配置された上部を覆うだけでなく、その側部も覆うようになっている。受光素子部301は第1～第3のフォトダイオード(PD)302～304から構成されており、このうちの第1および第2のフォトダイオード302、303は基板205の側部から漏れ出した光線を受光する。第3のフォトダイオード304は、先の実施例と同様に光導波路206の上部に漏れ出した光線を受光することになる。

【0040】第1～第3のフォトダイオード302～304の出力は合流し、図2で示したような出力制御回路212に入力されることで、同じく図2で示した半導体レーザ203の出力が制御されることになる。

【0041】この変形例の光送信回路では、光導波路206から漏れ出す光線をほぼ全角度範囲で受光するので、モニタに十分な電流を得ることができる。また、光導波路206から漏れ出した光線を受光素子部301で包囲するように覆うので、光導波路206から漏れ出した光線を効率良く遮蔽することができ、迷光による光送信回路の信頼性の低下を防止することが可能になる。

【0042】なお、この図6で受光素子部301は基板205のレーザ光入射側に片寄せられて配置されている。これは、レーザ光が入射する側では光導波路206から漏れ出す光線も多いからである。受光素子部301を基板205の上部をすべて覆い尽くすように配置することも有効であるが、光導波路206から漏れ出す光線はレーザ光が出射する側では大幅に減少する。したがって、フォトダイオード等の部品の経済性を考えた場合には図6のような構成を採ることは効果的である。

#### 【0043】

【発明の効果】以上説明したように請求項1～請求項5記載の発明によれば、フォワード光の漏れ光を用いてモニタを行い半導体レーザの出力を制御することにしたので、出力に直接使用しないバック光を用いる場合と比べて高精度の出力制御を行うことができる。しかもバック光を使用しないのでバック光についての光軸調整が不要になり、光送信回路の組み立てが容易になるという長所がある。

【0044】また請求項4記載の発明によれば、半導体レーザからフォワード光と逆の方向に出力されるバック光を遮蔽する遮蔽部材を具備することにしたので、バック光が迷光となる不都合を生じさせることがない。

9

【0045】更に請求項5記載の発明によれば、受光素子を光導波路の半導体レーザの入射側に偏って配置したので、比較的少ない面積の受光素子で漏れ光を効率よく受光しモニタすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における光送信回路を正面、上面および側面から見た図である。

【図2】本実施例の光送信回路の概要を表わした概略構成図である。

【図3】光ファイバに入射する光とその挙動を参考的に表わした説明図である。

【図4】本実施例で基板上に形成された光導波路に入射する光とその挙動を表わした説明図である。

【図5】基板の上側に漏れ出す光線を使用した本実施例の光送信回路の要部を表わした側面図である。

【図6】基板の上側に漏れ出す光線を使用した本実施例の光送信回路の要部を表わした平面図である。

【図7】従来のこのような光送信回路の一例を正面、上面および側面から見た図である。

10

【図8】部品点数を減少させるようにした従来の光送信回路を表わした平面図である。

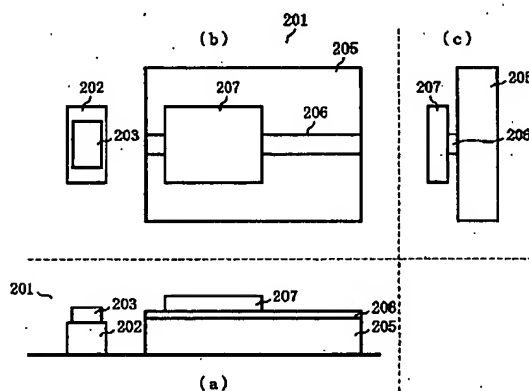
【図9】位置決め作業に対する労力を軽減しつつ部品点数の削減を図った従来の光送信回路の平面図である。

【図10】モニタ用の光線を半導体レーザ素子と同一チップ内に形成する従来の提案を表わした断面図である。

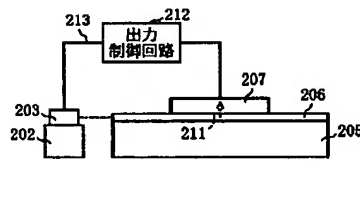
【符号の説明】

- 201 光送信回路
- 203 半導体レーザ
- 206 光導波路
- 207 受光素子
- 211 光信号
- 212 出力制御回路
- 235 入射する光線
- 252 遮蔽体
- 301 受光素子部
- 302 第1のフォトダイオード
- 303 第2のフォトダイオード
- 304 第3のフォトダイオード

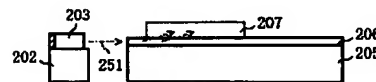
【図1】



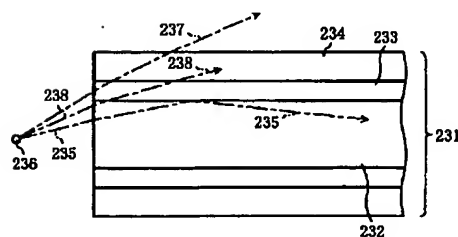
【図2】



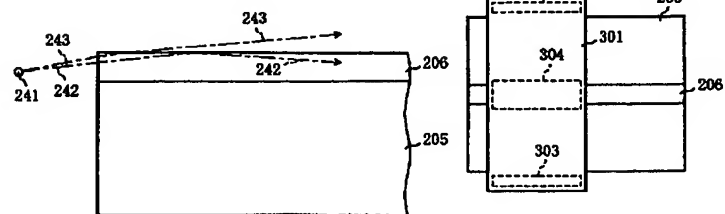
【図5】



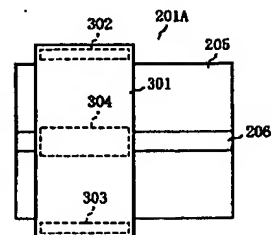
【図3】



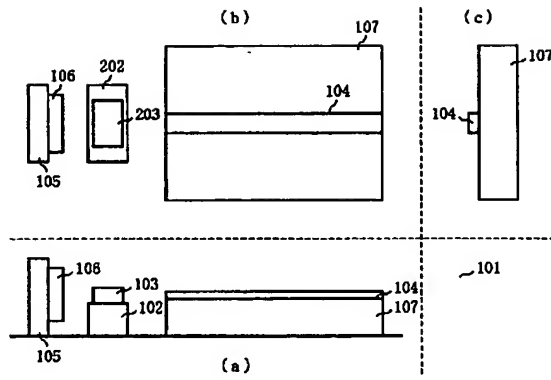
【図4】



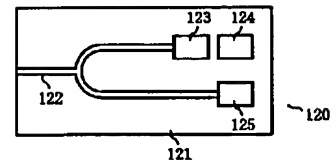
【図6】



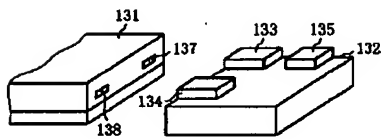
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

